

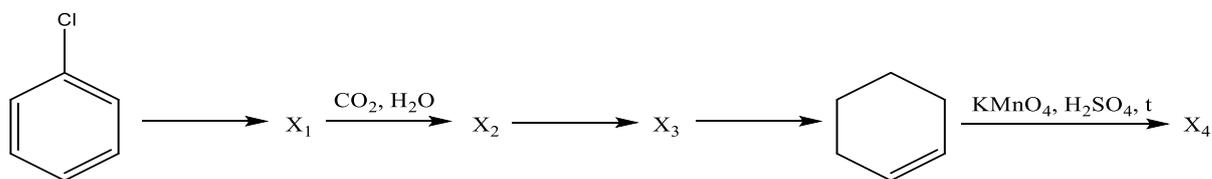
**Ключи к заданиям муниципального этапа
всероссийской олимпиады школьников
2021/22 учебного года**

по химии

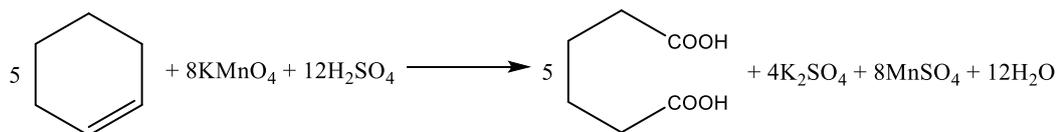
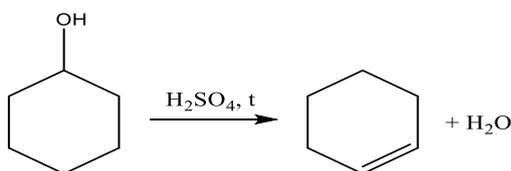
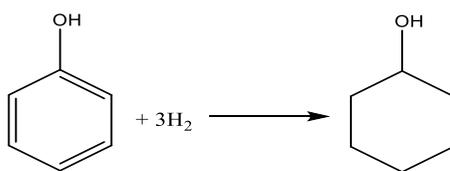
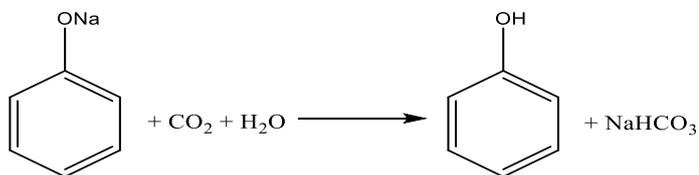
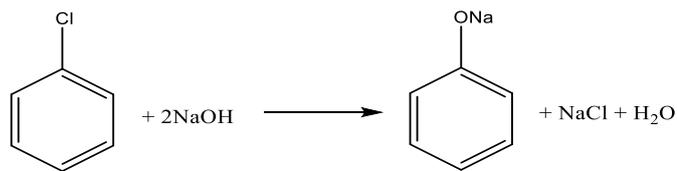
Тула - 2022

10 К Л А С С

Задача 10.1 (5 баллов). Используя структурные формулы органических веществ, напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Решение:



Система оценивания:

За каждое верно составленное уравнение реакции с использованием структурных формул органических веществ и электронным балансом (электронно-ионным балансом) к

уравнению (5) – 1 балл. Если электронный баланс не составлен, то за уравнение (5) – 0,5 балла

ИТОГО: 5 баллов

Задача 10.2 (10 баллов). В приведённом перечне указаны продукты химического производства и реагенты (сырьё) для их промышленного получения: *хлор, фосфор, кокс, олеум, кремнезём, хлорид натрия, аммиак, вода, фосфорит, кремний, пирит, водород, кислород, азот, концентрированная серная кислота.*

Приведите уравнения химических реакций, лежащих в основе промышленного получения данных продуктов, укажите способы промышленного производства, его стадии (для многостадийных процессов). Данные внесите в таблицу в соответствии с образцом:

Таблица

Промышленные способы получения неорганических веществ

<i>Продукты химического производства</i>	<i>Способы промышленного производства, его стадии (для многостадийных процессов), уравнения химических реакций</i>
Кремний	Восстановление кремнезёма коксом: $2C + SiO_2 \rightarrow Si + 2CO$ (при нагревании)

Решение:

Продукты химического производства	Способы промышленного производства, основные стадии (для многостадийных процессов), уравнения химических реакций	Баллы
Кремний	Восстановление кремнезёма коксом: $2C + SiO_2 \rightarrow Si + 2CO$ (нагревание)	
Хлор	Электролиз растворов хлоридов и расплавов хлоридов: $2NaCl + 2H_2O \rightarrow H_2 + 2NaOH + Cl_2$ $2NaCl \rightarrow 2Na + Cl_2$	0,5 0,5 0,5
Олеум (засчитывать и концентрированную серную кислоту вместо олеума)	Обжиг пирита: $4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$ (нагревание) (с электронным балансом) Каталитическое окисление оксида серы(IV): $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$ (нагревание; катализатор) Поглощение оксида серы(VI) концентрированной серной кислотой: $nSO_3 + H_2SO_4(\text{конц.}) \rightarrow (H_2SO_4 \cdot nSO_3)$	0,5 0,5 0,5 0,5 0,5
Аммиак и азотная кислота	Синтез аммиака из простых веществ (или синтетический): $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$ (нагревание, давление, катализатор) Азотная кислота - аммиачный способ Каталитическое окисление аммиака: $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$ (нагревание, катализатор) Окисление оксида азота(II): $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ Окисление оксида азота(IV) в воде: $4NO_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4HNO_3$	0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5

Фосфор	Прокаливание фосфорита с углем и кремнезёмом:	0,5
	$2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 10\text{C} + 6\text{SiO}_2 \rightarrow \text{P}_4 + 10\text{CO} + 6\text{CaSiO}_3$ (нагревание)	0,5

Система оценивания:

1. К каждому веществу назван способ промышленного получения – 0,5 балла 2 балла
2. Названы стадии производства и составлены уравнения соответствующих реакций
8 баллов

ИТОГО: 10 баллов

Задача 10.3 (5 баллов). При нитровании некоторого углеводорода образовались 2 изомерных мононитропроизводных, массовая доля азота в которых составляет 13,59%. Определите молекулярную и структурную формулу углеводорода, если известно, что в полученной смеси преимущественно содержится нитропроизводное, имеющее оптические изомеры. Составьте уравнение реакции нитрования этого углеводорода.

Решение:

1. Нахождение молекулярной формулы мононитропроизводного RNO_2 :

а) $\omega(\text{N}) = 14 / M(\text{RNO}_2) = 0,1359$,

откуда $M(\text{RNO}_2) = 14 / 0,1359 = 103$ (г/моль)

б) $M(\text{R}) = 103 - 46 = 57$ г/моль, $\text{R} = -\text{C}_4\text{H}_9$

искомая молекулярная формула нитросоединения $\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_2$,

молекулярная формула углеводорода C_4H_{10} .

2. Установление структурной формулы углеводорода.

а) если это - бутан, то реакция пойдет с образованием преимущественно 2- нитробутана:



В состав 2-нитробутана входит асимметричный атом С (обозначен звездочкой), т. е данный продукт имеет оптические изомеры.

б) Если это – 2-метилпропан, в реакции нитрования образуется преимущественно 2-метил-2-нитропропан, не имеющий асимметричных атомов С, то есть не оптически активное вещество.

Таким образом, исходный углеводород - **бутан**.

Система оценивания:

1. Найдена молекулярная формула органического вещества 2 балла
2. Установлена структурная формула вещества 1 балл
3. Составлено уравнение реакции нитрования 1 балл
4. Дано обоснование, что 2-метилпропан не является искомым углеводородом 1 балл

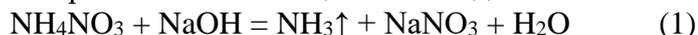
ИТОГО: 5 баллов

Задача 10.4 (10 баллов). Металл массой 13,0 г обработали избытком разбавленной азотной кислоты. Металл растворился без выделения газа. К полученному раствору прилили избыток раствора щелочи. При этом выделилось 1,12 л газа (н.у.). Определите металл, который растворили в кислоте.

Решение:

Металл восстановил разбавленную азотную кислоту до иона аммония, так как по условию газ не выделялся.

При взаимодействии нитрата аммония со щёлочью выделился аммиак:



$$n(\text{NH}_3) = 1,12 / 22,4 = 0,05 \text{ моль.}$$

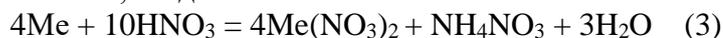
Пусть металл одновалентен, тогда:



$$n(\text{Me}) = 8n(\text{NH}_3) = 0,4 \text{ моль. } M(\text{Me}) = 13,0/0,4 = 32,5 \text{ г/моль.}$$

Такого одновалентного металла нет.

Пусть металл двухвалентен, тогда:



$$n(\text{Me}) = 0,2 \text{ моль, } M(\text{Me}) = 13/0,2 = 65 \text{ г/ моль.}$$

Металл - **цинк**, что соответствует условию задачи.

Система оценивания:

- | | |
|--|----------|
| 1. Сделан вывод о восстановлении разбавленной азотной кислоты до катиона аммония – | 1 балл |
| 2. Уравнения реакций | 1+2+2= 5 |
| баллов | |
| 3. Рассчитано количество вещества газа | 1 балл |
| 4. Установлен расчетами металл – цинк | 3 |
| балла | |

Примечание: к уравнениям окислительно-восстановительных реакций 2 и 3 составлен электронный или электронно-ионный баланс.

ИТОГО: 10 баллов

Задача 10.5 (10 баллов). Установите формулу органического вещества А, при сжигании порции которого массой 1,50 г образуется углекислый газ объемом 1,12 л (н.у.) и вода массой 0,9 г. В 1847 году немецкий химик Адольф Кольбе впервые синтезировал это вещество из неорганических веществ. В конце XIX — начале XX века большую часть его получали перегонкой древесины. Вещество А образуется в живых организмах в процессе углеводного обмена, в том числе в организме человека в процессе биохимических реакций, в частности в цикле Кребса, утилизации алкоголя.

Запишите молекулярную и структурную формулу вещества А, если известно, что оно широко используется в пищевой промышленности и быту. Назовите 4 способа получения А в промышленности и запишите уравнения соответствующих реакций.

Решение:



$$n(\text{CO}_2) = 1,12 / 22,4 = 0,05 \text{ (моль), } n(\text{C}) = 0,05 \text{ моль,}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,9 / 18 = 0,05 \text{ (моль), } n(\text{H}) = 0,1 \text{ моль,}$$

$$m(\text{O}) = 1,50 - 12 \cdot 0,05 - 1 \cdot 0,1 = 0,8 \text{ (г); } n(\text{O}) = 0,8/16 = 0,05 \text{ (моль).}$$

$$x:y:z = 0,05:0,1:0,05 = 1 : 2 : 1 = 2 : 4 : 2; \text{ C}_2\text{H}_4\text{O}_2$$

CH_3COOH , уксусная кислота

4 способа получения уксусной кислоты в промышленности:

1) каталитическое окисления бутана



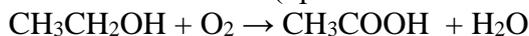
2) каталитическое окисление ацетальдегида



3) каталитическое карбонилирование метанола



4) биохимический способ (брожение глюкозы)



Система оценивания:

- | | |
|--|----------|
| 1. Установление молекулярной формулы вещества | 1 балл |
| 2. Установлена структурная формула вещества | 1 балл |
| 3. Названы 4 способа получения в промышленности и записаны уравнения реакций | 8 баллов |

ИТОГО: 10 баллов

Задача 10.6 (10 баллов). Ознакомьтесь с описанием эксперимента:

«В пробирку помещают 20-30 капель исследуемого раствора, добавляют разбавленный раствор хлороводородной кислоты. Через несколько минут осадок отфильтровывают и промывают холодной водой (промывные воды не используются).

Затем осадок обрабатывают 2-3 раза горячей водой, к полученному фильтрату добавляют раствор иодида калия, наблюдают образование жёлтого осадка.

К осадку (после обработки горячей водой) добавляют раствор аммиака, к полученному фильтрату добавляют разбавленный раствор азотной кислоты, наблюдают образование белого осадка».

Сформулируйте цель опыта. Выявите проблему и способ её решения в ходе эксперимента. Составьте краткие ионные уравнения описанных химических реакций.

Решение:

Цель опыта: качественный анализ состава раствора, а именно наличия в нём определённых катионов.

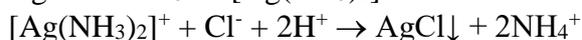
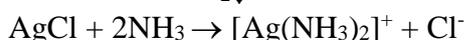
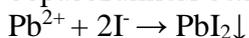
Проблема: необходимость разделения катионов из-за трудностей их определения при совместном присутствии (устранение мешающего действия другого иона).

На основании анализа хода эксперимента и признаков химических реакций определены катионы: Ag^+ и Pb^{2+} .

Приведено объяснение: оба катиона образуют нерастворимые хлориды, при этом отличительной особенностью хлорида свинца(II) является его растворимость в горячей воде, что используется для разделения катионов.

Катион Pb^{2+} обнаруживают по образованию жёлтого осадка иодида свинца(II).

Для обнаружения катиона Ag^+ осадок хлорида серебра переводят в растворимый аммиачный комплекс, который затем разрушается под действием азотной кислоты с образованием белого осадка хлорида серебра. Составлены уравнения описанных реакций:



Система оценивания:

- | | |
|--|----------|
| 1. Сформулирована цель опыта
балла | 0,5 |
| 2. Выявлена проблема
балла | 0,5 |
| 3. Определены катионы Ag^+ и Pb^{2+} | 1 балл |
| 4. Приведено объяснение | 2 балла |
| 5. Составлены уравнения химических реакции в кратком молекулярно-ионном виде и
указаны признаки реакций | 6 баллов |

ИТОГО: 10 баллов